

Une interaction la plus riche possible et à moindre coût

Céline Jost
Lab-STICC
UBS Vannes

Brigitte Le Pévédic
Lab-STICC
UBS Vannes

Dominique Duhaut
Lab-STICC
UBS Vannes

ABSTRACT

Les jeux de stimulation cognitive ont une importance capitale pour ralentir le déclin des personnes atteintes de troubles cognitifs. Une partie de ces jeux appartient au domaine des GUI et montre des limites notamment depuis l'émergence des NUI (passivité de l'utilisateur, interaction moins riche...). Il existe également des jeux dans le domaine des NUI, mais souvent ils utilisent de la technologie onéreuse ou sont spécialisés pour un problème précis. Souvent, il n'est pas possible de modifier les exercices proposés. Cet article propose une solution pour développer des jeux de stimulation dans le domaine des NUI, à bas prix. Le principe est d'utiliser les dispositifs numériques qui sont présents pour faire un jeu attractif et réutilisable dans d'autres domaines. Cet article présente StimCards, un jeu de cartes interactif. Les utilisateurs peuvent créer leur propre carte et posséder une base de questions illimitée. Ce jeu s'adapte donc à tous les domaines, à toutes les applications. Une expérimentation a montré que StimCards est stimulant et accepté par les utilisateurs.

Author Keywords

Stimulation cognitive; serious game; interaction homme-machine; NUI

INTRODUCTION

L'interaction homme-machine a beaucoup évolué depuis ses débuts. Depuis que les premières interfaces graphiques sont apparues, les principaux outils de l'utilisateur sont : le clavier et la souris. Mais l'émergence de nouvelles technologies tend à faire disparaître ces outils de bases donnant lieu à une nouvelle génération d'interfaces : les NUI (*Natural User Interface*) [8]. L'homme est amené à interagir plus naturellement avec l'ordinateur, c'est-à-dire, à interagir avec son corps. Ce nouveau domaine pousse les chercheurs à imaginer ce que pourraient être les interfaces du futur, comme Jain et al [12] qui indiquent que l'interaction entre l'homme et le reste du monde est multimodale. Ainsi, pour que l'interaction soit une expérience naturelle, il faut préserver cette richesse de modalité et rendre la technologie transparente. En ce sens, ils citent un ensemble de travaux concernant le discours, la gestuelle, le toucher et la manipulation 3D au sein de la réalité augmentée. Mêmes certains outils vieux de 40 ans comme les télécommandes des télévisions sont revisités [22]. Un objet a rendu possible une évolution très rapide des NUI depuis 2010 : la Kinect de Microsoft. D'après Goth [8], c'est le début de la fin de la souris. Cet objet a tout pour plaire dans le monde de la recherche puisque qu'il est bon marché et qu'il propose un SDK. L'homme entier devient le

clavier et la souris. A cette échelle, les interfaces deviennent imposantes par leur taille, comme par exemple Tweetrix [7], un jeu de Tétris où l'homme joue avec son corps ou encore *the WILD Room* [2], une pièce contenant un mur composé d'écrans d'ordinateur pouvant être contrôlés par une table interactive, un système de détection de mouvement ou encore des PDAs, des tablettes tactiles... Ce système réussit le pari des NUI en permettant à l'humain qui le contrôle des mouvements naturels. Mais en dehors du monde professionnel, ce type de système est inutilisable, non seulement à cause de son prix élevé, mais encore à cause de la place qu'il prend. Les futures interfaces sont dans toutes les imaginations. Mais quelles sont-elles aujourd'hui dans notre quotidien ? La réalité économique freine l'intégration des nouvelles interfaces. Ainsi, des chercheurs préfèrent améliorer le niveau d'interaction avec des objets déjà existants, par exemple les téléphones portables. Scoditti et al [18] utilisent la surface tactile et l'accéléromètre pour améliorer la sélection d'information tandis que Francione et al [6] exploitent le suivi du visage pour créer une nouvelle technique d'interaction avec les téléphones. Cet article s'inscrit dans ce type de recherches : **comment utiliser les outils qui entourent l'humain pour créer une interaction la plus riche possible et à moindre coût ?** Le travail présenté ici propose une réponse à cette question. A travers un système informatique permettant de gérer facilement les dispositifs numériques entourant une personne, un jeu de stimulation cognitive a été créé : StimCards. Cet article présente une expérimentation qui vise à étudier l'acceptabilité de ce nouveau type de jeu.

Le chapitre 2 de cet article présente le contexte de notre recherche qui a amené à la conception de StimCards. Le chapitre 3 présente StimCards en détail. C'est un jeu de la famille des *serious game*, sans souris, ni clavier, paramétrable à volonté par l'utilisateur (apparence de l'interface, questions posées...). Le chapitre 4 décrit l'expérimentation qui a été mis en place pour tester ce nouveau jeu et les résultats. Le chapitre 5 propose une discussion et ouvre de nouvelles perspectives dans la conclusion.

CONTEXTE : LE PROJET ROBADMOM

Ce travail est né dans le cadre du projet Robadom [24] qui vise à étudier l'impact d'un robot d'aide à domicile auprès de personnes âgées atteintes de troubles cognitifs. Le robot qui sera fabriqué à l'issue du projet doit avoir un impact positif sur l'état psycho-affectif des personnes et améliorer leur capacité cognitive. Cela pose le problème majeur de l'acceptabilité. On sait déjà qu'il n'y a pas de corrélation entre les capacités sociales et l'acceptation des technologies [9]. Il est très difficile de savoir ce dont les personnes âgées

ont besoin et ce qu'elles veulent. D'après Vanden et al [21], les personnes âgées rejettent les ordinateurs car ils ne peuvent pas remplacer les personnes réelles. Et pourtant, si ces préjugés sont dépassés, l'ordinateur n'est pas un obstacle. Une étude sur des personnes ayant Alzheimer a indiqué que les patients pouvaient apprendre à interagir avec un ordinateur [3]. Ils en tirent même un bénéfice lorsque cet ordinateur leur permet, non seulement d'effectuer des exercices de stimulation cognitive, mais encore de communiquer avec leur famille et médecins. C'est nécessaire d'après Vanden et al [21] qui explique que les personnes âgées ont besoin de se sentir utile, de se cultiver et de rester connectées à la société. La solitude est la pire des situations pour eux. Il est donc nécessaire de créer un système qui respecte ces trois conditions de bien-être. L'idée des jeux de stimulation cognitive semble être une bonne piste. En effet, les jeux apportent des bénéfices cognitifs pendant que les utilisateurs se divertissent [4] et sont souvent utilisés dans l'éducation car ils représentent un processus d'apprentissage intéressant [23]. Les jeux qui allient exercices d'entraînement et technologies génèrent plus de plaisir que des jeux sur papiers [11] et donc favorisent l'amélioration de l'état cognitif des personnes. Mais de tels jeux existent-ils ?

La littérature fournit un ensemble riche de jeux utilisant des technologies variées et appliqués à des domaines variés. La majorité des jeux utilisent les ordinateurs et sont loin des interfaces du futur promis par le domaine des NUI. Par exemple, on trouve une application de jeux de stimulation cognitive nommée SAVION [3], une application de gestion de budgets [14] et une application web pour les enfants [10]. Tous les trois sont utilisés pour aider les personnes ayant des troubles cognitifs. Il existe également un jeu, du domaine des serious game, pour stimuler les personnes atteintes d'Alzheimer en leur présentant des situations de la vie quotidienne [11]. La personne reste dans un environnement connu, ce qui est important pour ce type de trouble cognitif. Ces jeux ont été testés sur les personnes cibles ou par simulation et obtiennent de bons résultats. Mais, ce sont des applications classiques qui risquent de trouver rapidement leur limite. Pour essayer d'intéresser d'avantage les utilisateurs, certains jeux introduisent un personnage virtuel, dans un monde 3D, se rapprochant des jeux vidéos. Certains sont très généralistes et dédiés à toutes les personnes en difficultés [1]. L'avantage est de laisser le patient évoluer seul pendant que le thérapeute le surveille à distance. D'autres applications, comme Jecripe [4] sont spécialisées pour les enfants ayant un syndrome de Down (trisomie 21). Même si Jecripe se distingue en ne laissant pas l'utilisateur passif devant l'ordinateur, en l'invitant à imiter le personnage, aucune interaction réelle n'est faite avec l'utilisateur et le jeu ne contrôle pas les actions faites par l'utilisateur et ne lui donne donc aucun retour. Au contraire, certains jeux sont trop invasifs pour les personnes en les obligeant à porter des capteurs sur elles pour pouvoir surveiller leur constantes comme ZPLAY [15].

L'acceptabilité de ce type de systèmes est discutable.

Les domaines des NUI tentent de résoudre les problèmes présentés par les jeux sus-cités. On trouve des jeux de stimulation cognitive dans le domaine de la réalité augmentée [25], dans le domaine des jeux vidéos avec la console Wii, d'une part [16] ou avec un vélo d'appartement relié à un écran, d'autre part [5]. On trouve des jeux dépendant des vecteurs de communication : par exemple, un jeu urbain de construction d'histoire, basé sur une infrastructure ubiquitaire permettant de faire jouer des centaines de joueurs en même temps [17] ou encore des traitements pour des maladies d'yeux sur iPod Touch [20] ou bien encore un robot à domicile dont l'étude montre que les participants préfèrent largement le robot à la version sur ordinateur [19]. Ces jeux sont tous spécialisés et inadaptés à un autre contexte, ou alors difficilement.

Nous proposons un jeu de stimulation cognitive tout public et entièrement configurable pour pallier à ce manque.

STIMCARDS, LA STIMULATION PAR LE JEU DE CARTES

Le jeu que nous proposons est un jeu de cartes interactif. Le principe de base est illustré sur la Figure 1. Il consiste à présenter une carte de jeu à la caméra. Celle-ci scanne le code barre situé au verso de la carte et peut alors accéder à ces informations : question, proposition de réponses, indices... La Figure 1 montre un exemple où l'environnement de la carte est chargé dans une interface graphique Stim'env et deux robots permettent l'interaction avec l'utilisateur : un bioloïd (le robot humanoïde à gauche) et le nabaztag (le robot lapin à droite).

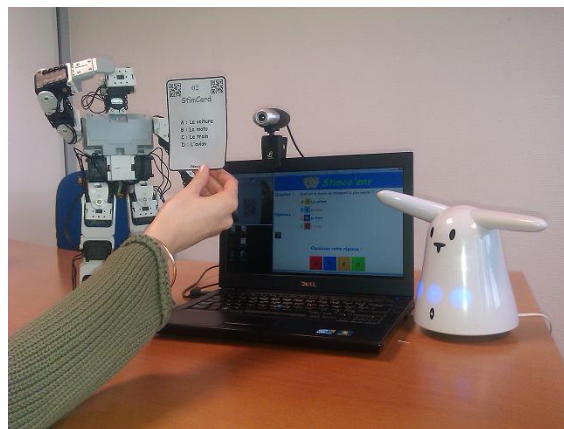


Figure 1. StimCards : le jeu de cartes interactif

Chaque carte de jeu est associée à un fichier XML qui contient le libellé de la question et une photo associée, le type de la question (question à choix multiple, question ouverte), une catégorie de carte (divertissement, sciences,

maths, ...), la couleur de fond de l'interface graphique, la couleur de la police, un ensemble d'indices qui peuvent être donnés à l'utilisateur, l'ensemble des réponses proposés à l'utilisateur et la vraie réponse. Ces informations sont utilisées par l'interface graphique Stim'env qui affiche le contenu de la carte. La Figure 2 montre un exemple de carte chargée.

L'utilisateur dispose d'une tablette tactile pour répondre à la question en sélectionnant directement la bonne réponse. Il est possible d'accompagner ce jeu de tout type de compagnons : robot, avatar virtuel ou un logiciel informatique communicant avec l'utilisateur. Ce compagnon devient le référent du jeu pour l'utilisateur et l'aide à comprendre et utiliser StimCards. Nous utilisons la synthèse vocale de Windows : Microsoft Speech API. Chacun des compagnons utilisent la même voix de synthèse : Virginie de Scansoft.

Le déroulement du jeu n'est pas fixe. Nous utilisons MICE [13] qui est un environnement permettant de faire communiquer ensembles des dispositifs numériques de façon simple et rapide. Il est possible de créer des scénarios d'interaction grâce à une interface de programmation visuelle simplifiée. Ainsi, StimCards est doublement configurable : il est possible de créer des nouvelles cartes et il est possible de définir le déroulement du jeu.



Figure 2. Exemple d'affichage d'une carte dans l'interface Stim'env

Pour étudier l'acceptabilité de StimCards, nous avons créé un scénario simple. Le compagnon se présente et explique les règles du jeu. C'est un jeu de calcul mental à 5 niveaux, du plus simple au plus complexe : jaune clair, jaune foncé, vert clair, vert foncé et bleu. L'utilisateur doit présenter une carte à la caméra. S'il ne fait rien pendant une minute, le compagnon lui demande à nouveau de présenter une carte à la caméra. S'il prend une mauvaise carte, le compagnon lui rappelle le niveau de la carte qu'il doit présenter. La question s'affiche dans Stim'env, par exemple : « Quel est le résultat de $28+31$? » L'utilisateur saisit sa réponse sur la tablette tactile à l'aide de l'interface illustrée sur la Figure 3. Si l'utilisateur donne la bonne réponse, il monte d'un

niveau. S'il donne une mauvaise réponse ou s'il ne répond pas, il est invité à prendre une nouvelle carte du même niveau.

Il dispose en effet de 5 cartes par niveau. L'utilisateur est invité à refaire la même opération 9 fois afin de vider le paquet de cartes de plus haut niveau s'il ne se trompe jamais.

Le scénario du jeu est montré sur la Figure 4. Les phrases dites par le compagnon sont les suivantes :

A : Bonjour je suis le compagnon. Tu te souviens ? Je me suis présenté la dernière fois. Comment t'appelles-tu ? (A' = Quel est ton nom ?)

B : Nous allons jouer à un jeu ensemble. Pour cela tu as besoin du jeu de cartes sur la table devant toi, de la caméra qui se trouve dans le boîtier noir, du clavier tactile devant toi et de la poubelle à gauche du clavier tactile. Est-ce que tu vois tout cela ?

C : Prends un instant pour repérer les touches sur le clavier tactile, il y a des touches jaunes avec des chiffres de 0 à 9 pour taper ta réponse. Ta réponse s'affichera dans la case blanche. Il y a aussi une touche rouge en haut à droite pour effacer ta réponse si tu te trompes. Il y a aussi une touche verte en bas à droite pour valider ta réponse. Est-ce que tu vois tout cela ?



Figure 3. Interface proposée sur la tablette tactile

D : Les cartes de jeu sont réparties dans des paquets de couleurs différentes : jaune clair, jaune foncé, vert clair, vert foncé et bleu. Tu vois ces paquets ?

E : Je vais t'expliquer les règles du jeu. Prends une carte et retourne là. Tu vois il y a un code barre derrière la carte. Quand je te dirais, "montre le code barre à la caméra", tu glisseras la carte dans le boîtier noir en faisant attention de mettre le code barre vers la caméra ensuite je te lirais la question. Tu as compris ?

F : Pour répondre à la question tu tapes la réponse sur le clavier tactile puis tu valides ta réponse. Tu as compris ?

G : Tu as une minute pour répondre. Quand tu as répondu à la question tu peux poser la carte dans la poubelle. Tu as tout compris ?

H : Maintenant nous allons jouer et je vais te guider pendant le jeu.

I : Prends une carte dans le paquet jaune clair et glisse la carte dans le boîtier.

I' : Je t'explique à nouveau. Prends une carte dans le paquet jaune clair et glisse la carte dans le boîtier.

I'' : Attention, tu t'es trompé de carte. Prends une carte dans le paquet jaune clair et glisse la carte dans le boîtier.

J : La question est la suivante : Quel est le résultat de [...] ?

K : Bravo c'est une bonne réponse.

K' : Le temps est écoulé, mais ce n'est pas grave, nous allons essayer une nouvelle carte.

K'' : Ce n'est pas la bonne réponse mais ce n'est pas grave nous allons essayer une nouvelle carte

L : Le jeu est terminé. Merci beaucoup d'avoir joué avec moi. A bientôt !

Les phrases de B à G possèdent une phrase alternative, de B' à G', dans le cas où l'enfant n'a pas compris la consigne. Les phrases I, I' et I'' évoluent en fonction du niveau de la question : jaune clair, jaune foncé, vert clair, vert foncé et bleu.

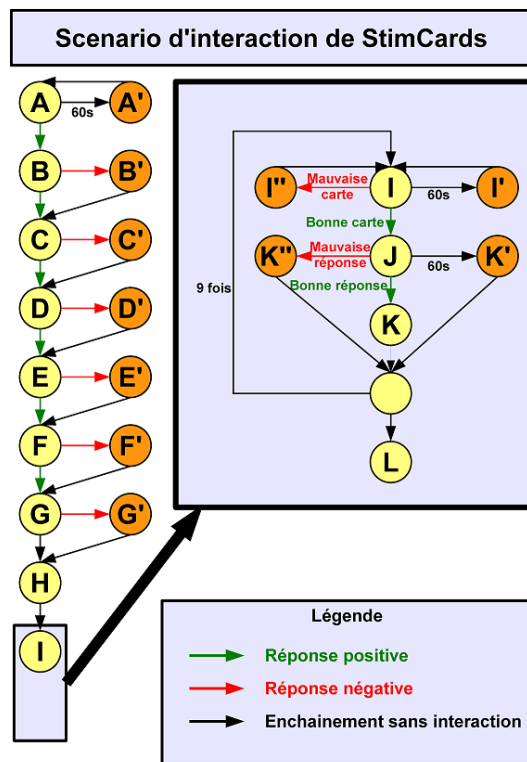


Figure 4. Scénario d'interaction de StimCards

ETUDE DE L'ACCEPTABILITÉ DE STIMCARDS

L'objectif de cette expérimentation était double.

Premièrement, elle nous a permis de vérifier l'acceptabilité et l'utilisabilité de StimCards. Deuxièmement, elle nous a permis de tester différents compagnons pour déterminer le compagnon préféré des participants. Nous avons proposé quatre compagnons : l'ordinateur, le personnage (personnage virtuel projeté sur un écran), le robot et l'animal (le robot déguisé avec un habit de peluche). L'expérimentation s'est décomposée en quatre sessions de 10 minutes. A chaque session, un compagnon différent était proposé. Les participants ont donc interagit avec chacun des compagnons.

Participants

Les participants étaient des élèves de CM2 (moyenne d'âge : 10,27 ans). Nous avons choisi de tester StimCards sur de jeunes enfants avant de le soumettre aux personnes âgées ciblées par le projet Robadom. Nous voulions d'abord tester si le jeu était suffisamment simple et facile à utiliser avant de proposer des jeux de stimulation cognitive. Nous avons choisi des enfants de CM2 car ils n'ont pas de préjugés sur la technologie puisqu'ils ont toujours connus les outils informatiques et parce qu'ils ne sont pas experts ce qui représente un large échantillon de la population. Cette expérimentation a été effectuée par 52 élèves de deux écoles françaises (28 filles et 24 garçons).

Méthode

Equipement

L'expérimentation se passait dans deux écoles différentes. Il n'était donc pas possible, *a priori*, d'obtenir le même cadre expérimental pour tous les élèves puisque les pièces fournies par les directeurs étaient différentes. Nous avons donc construit une structure, placée à l'intérieur de chaque pièce. La Figure 5 montre l'organisation de la structure. C'était une cabine cubique d'environ 1m60, fermée par des rideaux verts. Le vert avait été choisi non seulement pour augmenter la luminosité dans la cabine mais encore pour sa gaieté et sa nature apaisante.

Deux miroirs sans tain se trouvaient sur les murs latéraux de la cabine, afin de contrôler le bon déroulement de l'expérimentation, puisque l'enfant était isolé à l'intérieur. Un bureau et une chaise se trouvaient au fond de la cabine, face à l'entrée. Deux caméras positionnées sur la gauche filmaient l'interaction. Une première caméra filmaient le visage de l'enfant, tandis qu'une deuxième caméra filmaient l'enfant en entier, sous un autre angle, pour apercevoir les mouvements des jambes et des mains et la posture générale. Un projecteur illuminait l'intérieur de la cabine. Le matériel sur le bureau était à disposition des enfants pendant la durée de l'expérimentation. Un ordinateur affichait l'interface Stim.env. Les cartes de jeu étaient posées devant l'ordinateur. Elles étaient séparées en cinq paquets : jaune clair, jaune foncé, vert clair, vert foncé et bleu. Chaque couleur représentait un niveau de difficulté, du plus facile au plus difficile. Une tablette tactile était posée devant l'enfant et affichait l'interface graphique de la Figure 3. Une

caméra se trouvait dans un boîtier noir, à gauche de l'ordinateur. Les enfants devaient positionner une carte dans la fente, afin que l'ordinateur puisse lire le code barre et traiter la question. Une boîte « poubelle » permettait de déposer chaque carte, une fois qu'elle avait été utilisée. La zone A était l'emplacement réservé au compagnon. Grâce à cette mise en place, le cadre expérimental était le même pour chacun des participants.

Déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation a duré 4 jours dans chacune des écoles. Chaque jour, les enfants passaient les uns après les autres pour une série d'exercices. La durée était d'environ 10 minutes, comprenant les explications et le jeu. La différence entre les 4 jours était le contenu de la zone A : l'ordinateur, un personnage animé projeté sur un écran, un robot et un animal (le robot déguisé en habit de peluche). La Figure 6 montre chacun des compagnons proposés. L'interlocuteur du jeu était soit l'ordinateur, le personnage, le robot ou l'animal et énonçait les consignes. Pour l'école 1, l'ordre de passage était le suivant : ordinateur, robot, personnage et animal. Pour l'école 2, l'autre de passage était le suivant : animal, personnage, robot et ordinateur.

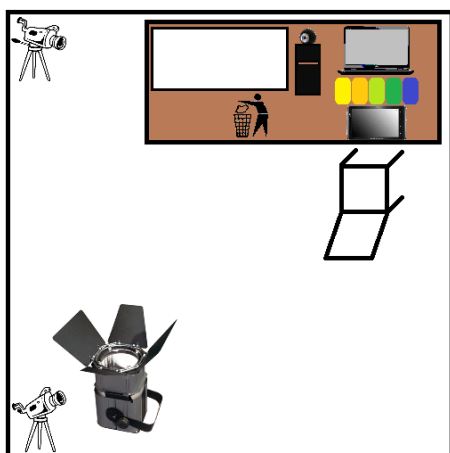


Figure 5. Cadre de l'expérimentation

Collecte de données et analyses

Pour chaque compagnon, les participants devaient répondre aux questions suivantes :

1. As-tu trouvé les exercices faciles ?
2. Penses-tu que la présence du compagnon t'ait aidé pour répondre aux questions ?
3. As-tu aimé jouer avec le compagnon ?
4. T'es-tu senti(e) encouragé(e) par le compagnon pendant le jeu ?
5. Trouves-tu le compagnon sympa ?
6. Trouves-tu le compagnon énervant ?
7. Aimerais-tu avoir le compagnon pour t'aider à faire tes devoirs à la maison ?

8. Penses-tu que le compagnon sait faire des calculs mentaux ?
9. Penses-tu que le compagnon ait compris tes réponses ?
10. Penses-tu que le compagnon puisse te voir ?
11. Penses-tu que le compagnon puisse t'entendre ?
12. Penses-tu que le compagnon t'aime bien ?
13. Penses-tu que le compagnon soit content de jouer avec toi ?

À la fin des sessions d'expérimentation, les participants devaient répondre à un questionnaire général sur le jeu de cartes et sur les compagnons :

14. As-tu aimé jouer à ce jeu ?
15. Aimerais-tu avoir ce jeu à la maison ?
16. Est-ce que les règles du jeu étaient faciles ?

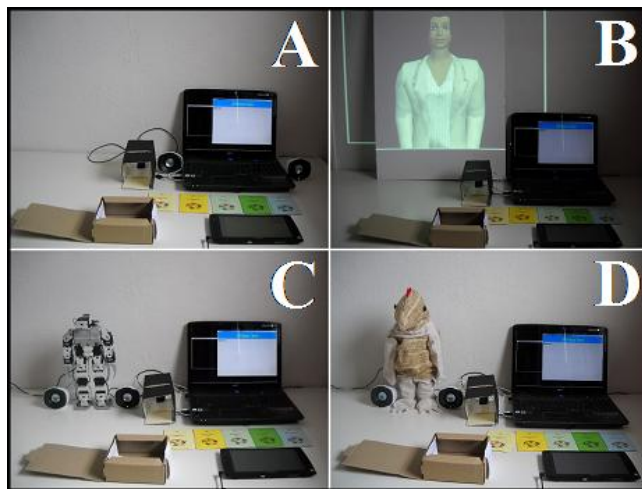


Figure 6. Les quatre compagnons de l'expérimentation

17. Est-ce que tes interlocuteurs sont intervenus au bon moment ?
18. Est-ce que tu voudrais pouvoir faire intervenir ton interlocuteur quand tu veux et comme tu veux ?
19. Est-ce que tu aimerais que ton interlocuteur soit personnel (spécialement adapté pour toi) ?
20. Quel est ton ordre de préférence des compagnons ?
21. Si tu pouvais choisir un compagnon pour t'aider dans la vie quotidienne, lequel choisirais-tu ?

Pour les questions 1-19, l'échelle de Likert était utilisée pour les propositions de réponse : Pas du tout, Un peu, Moyen, Beaucoup, Énormément. Dans le reste de l'article, nous écrirons 0 pour *Pas du tout*, 1 pour *Un peu*, 2 pour *Moyen*, 3 pour *Beaucoup* et 4 pour *Énormément*.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel Minitab 15©. Le test du Chi Deux a permis de vérifier les réponses significatives. Le seuil de significativité (p) a été

fixé à 0,05. A chaque question de 1 à 13, les statistiques ont été calculées pour chaque compagnon (ordinateur, personnage, robot et animal) pour tous les élèves confondus, mais également en séparant les deux écoles. Les statistiques ont également été calculées pour l'ensemble des compagnons confondus et pour tous les élèves. En plus des statistiques, chaque question a reçu un score qui correspond à une somme pondérée (valeur de la réponse en fonction du nombre de votes obtenus). Ainsi, plus un score est élevé, plus la question a reçu de vote positif et inversement.

Résultats

L'ordre de passage, n'ayant pas eu d'influence sur les résultats, ceux-ci ne sont pas présentés distinctement.

Tout élève confondu, les exercices ne sont pas jugés difficiles que ce soit avec l'ordinateur (0, $X^2=23,3846$, $df=4$, $p=0,000$), avec le personnage (0, $X^2=9,53846$, $df=4$, $p=0,049$) ou avec le robot (0, $X^2=11,2692$, $df=4$, $p=0,024$). Les résultats ne sont pas significatifs dans l'ensemble pour l'animal. La première école juge les exercices plus faciles avec l'animal (4, $X^2=22$, $df=4$, $p=0,000$) et ni faciles, ni difficiles avec l'ordinateur (2, $X^2=18,5217$, $p=0,001$). Les autres résultats ne sont pas significatifs. La tendance est inversée pour la deuxième école qui juge les exercices plus faciles avec l'ordinateur (4, $X^2=16,6897$, $df=4$, $p=0,002$) et ni faciles, ni difficiles avec l'animal (2, $X^2=16,3448$, $df=4$, $p=0,003$). L'ordinateur reçoit le score le plus élevé et le personnage le score le moins élevé.

Les résultats ne sont pas significatifs concernant la question 2, sauf pour l'école 1 où la présence du personnage n'a pas aidé les élèves pour répondre aux questions (0, $X^2=11,1305$, $p=0,025$). Globalement, les réponses sont mitigées mais Pas du tout obtient le plus grand nombre de voix. Le score le plus élevé est obtenu par l'ordinateur et le plus faible par le personnage.

Les enfants ont aimé jouer avec les compagnons (4, $X^2=117,529$, $p=0,000$ pour l'ensemble des compagnons). Il n'y a aucune différence significative entre les différents compagnons. Le score le plus élevé est obtenu par l'animal et le score le plus faible est obtenu par le robot.

Les résultats ne sont pas significatifs pour la question 4, excepté pour l'animal où les élèves se sont sentis encouragés (les deux écoles : 3, $X^2=10,8846$, $p=0,028$, l'école 1 : NS, l'école 2 : 4, $X^2=34,2759$, $p=0,000$). Le score le plus élevé est obtenu par l'animal et le score le plus faible est obtenu par le robot.

Les élèves ont trouvé tous les compagnons sympas (Ordinateur : 4, $X^2=10,1154$, $p=0,039$, Personnage : 4, $X^2=18,9615$, $p=0,001$, Robot : 4, $X^2=18,5769$, $p=0,001$, Animal : 4, $X^2=39,1538$, $p=0,000$). Le score le plus élevé est obtenu par l'animal et le score le plus faible est obtenu par l'ordinateur.

Concernant la question 6, les élèves n'ont pas jugé les compagnons énervants (Ordinateur : 0, $X^2=73,5769$,

$p=0,000$, Personnage : 0, $X^2=66,8462$, $p=0,000$, Robot : 0, $X^2=68,9615$, $p=0,000$, Animal : 0, $X^2=113,385$, $p=0,000$). Le meilleur score, qui est ici le score le plus faible est obtenu par l'animal, tandis que le moins bon score est obtenu par le robot.

De façon générale, les élèves aimeraient avoir le compagnon à la maison pour les aider à faire leurs devoirs (4, $X^2=56,4541$, $p=0,000$). Dans le détail, les résultats ne sont pas significatifs pour l'ordinateur. Le score maximal est obtenu par l'animal et le minimal par le personnage.

Les résultats ne sont pas significatifs pour la question 8 pour chacun des compagnons, mais en les prenant dans l'ensemble, il s'avère que les élèves pensent que leurs compagnons savent faire des calculs mentaux (4, $X^2=11,7596$, $p=0,019$). Une exception est fait pour l'école 1, qui considère de façon significative que le personnage ne sait pas faire de calcul mental (1, $X^2=11,5652$, $p=0,021$). Le score maximal est obtenu par l'ordinateur, tandis que le minimal est obtenu par l'animal.

Les élèves considèrent que les compagnons ont compris leurs réponses (dans l'ensemble : 4, $X^2=115,894$, $p=0,000$). Les résultats sont les mêmes pour tous les compagnons et pour les deux écoles indépendamment, sauf pour la deuxième école qui ne montre aucun résultat significatif pour l'ordinateur. Le résultat le plus fort est obtenu par l'animal, tandis que le résultat le plus faible est obtenu par le robot.

Concernant la question 10, dans l'ensemble, les élèves ne pensent pas que le compagnon peut voir (0, $X^2=31,2788$, $p=0,000$). Dans le détail, ces résultats ne sont significatifs que pour l'ordinateur et le robot. Le score le plus élevé est obtenu par le personnage tandis que le score le plus faible est obtenu par le robot.

Les élèves pensent dans l'ensemble que le compagnon peut les entendre (4, $X^2=22,5411$, $p=0,000$). Individuellement, les résultats ne sont pas significatifs, même si la réponse Énormément est choisie majoritairement pour tous les compagnons. Le score le plus élevé est obtenu par le robot et le plus faible par l'animal.

Concernant la question 12, il n'y a pas de résultats significatifs, ni dans l'ensemble, ni dans le détail. Les réponses sont très mitigées. Dans l'ensemble, les cinq réponses ont quasiment toutes obtenues le même nombre de votes, même si l'ordinateur et le personnage semble donner d'avantage l'impression d'aimer les élèves que le robot et l'animal. Le score maximal est obtenu par le personnage et le score minimal par le robot.

Les élèves pensent que le compagnon est content de jouer avec eux (Dans l'ensemble : 4, $X^2=56,2609$, $p=0,000$, Ordinateur : 3, $X^2=213,1923$, $p=0,010$, Personnage : 4, $X^2=17,8077$, $p=0,001$, Robot : 4, $X^2=13,4118$, $p=0,009$, Animal : 4, $X^2=20,1154$, $p=0,000$). Les statistiques les plus significatives sont celles de l'animal, suivies par le

personnage, puis le robot et l'ordinateur. Le score le plus élevé est obtenu par l'animal et le score le plus faible est obtenu par l'ordinateur.

Pour toutes les questions, aucune différence significative entre les compagnons n'est apparue.

Le tableau ci-dessous répertorie le nombre de fois que chaque compagnon a obtenu le score maximal (m1) et le score minimal (m2). Le score total est la somme de tous scores obtenus auquel on a soustrait le score de la question 6 qui est négative.

Compagnon	m1	m2	Score total
Ordinateur	3	2	1450
Personnage	2	3	1432
Robot	1	6	1411
Animal	7	2	1483

Table 1. Score obtenu au questionnaire par les compagnons.

Concernant l'évaluation du jeu de cartes, les élèves ont énormément aimé jouer avec (4, $X^2=86,8462$, $p=0,000$, Figure 7). Ils aimeraient d'ailleurs l'avoir à la maison (4, $X^2=61,8462$, $p=0,000$, Figure 7). Les règles du jeu ont été jugées très faciles (4, $X^2=53,5769$, Figure 7). Concernant le scénario du jeu, les élèves ont estimé que les interlocuteurs sont intervenus au bon moment (4, $X^2=21,2549$, $p=0,000$, Figure 7). Les élèves ont majoritairement exprimé leur envie de pouvoir faire intervenir leur compagnon quand ils veulent et comme ils veulent (4, $X^2=31,6538$, $p=0,000$, Figure 7). Il faut cependant noter que cette question est contrastée car la deuxième réponse la plus formulée est le *Pas du tout*. Pour finir, les élèves aimeraient que leur compagnon soit personnalisé (4, $X^2=69,7308$, $p=0,000$, Figure 7).

Concernant le choix du compagnon préféré des enfants, le robot et l'animal arrive tous les deux en tête avec 39,22% des voix. Le système robotique totalise donc 78,43% des voix. Le troisième compagnon est le personnage avec 11,76% des voix, puis finalement l'ordinateur avec 9,80%. Significativement, l'ordinateur n'est pas le compagnon choisi par les enfants ($X^2=16,5294$, $p=0,001$, Figure 8).

L'ordre de préférence donné par les enfants indique que le robot a été le plus de fois cité en premier (46,15%, $X^2=21,2308$, $p=0,011$, Figure 9). Il n'a jamais été cité en dernier. Le deuxième compagnon le plus cité est également le robot avec 36,54% des voix, suivi de près de l'animal avec 30,77% des voix. Significativement, l'ordinateur est le moins cité en deuxième position (5,77%, $X^2=11,2308$, $p=0,011$, Figure 9). Le troisième compagnon est le personnage (42,31%, $X^2=10,3077$, $p=0,016$, Figure 9) et enfin le dernier compagnon est l'ordinateur (55,77%, $X^2=33,0769$, $p=0,000$, Figure 9). L'animal est plus cité en quatrième position qu'en troisième position, à hauteur de

21,15%.

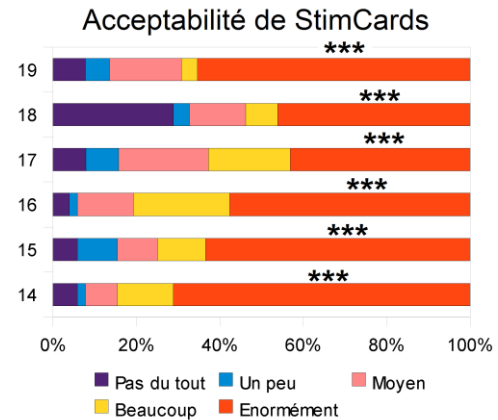


Figure 7. Résultats de l'étude de l'acceptabilité de StimCards
Niveau de significativité : * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$ (Test du Chi-deux)

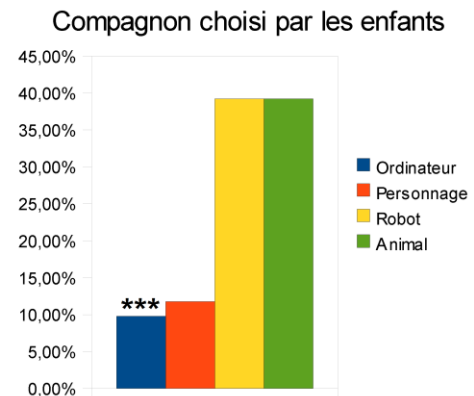


Figure 8. Résultat du compagnon choisi par les enfants
Niveau de significativité : * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$ (Test du Chi-deux)

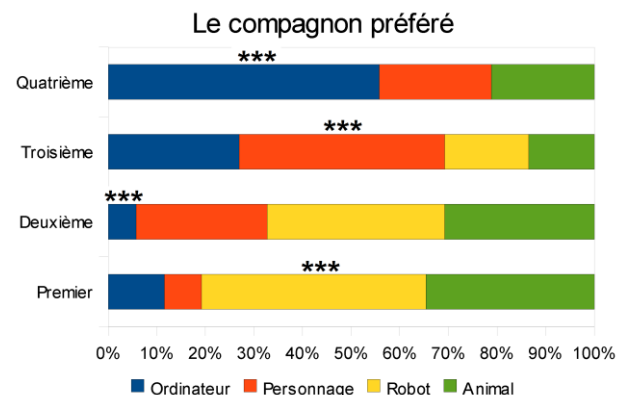


Figure 9. Résultat du compagnon choisi en fonction de l'ordre de préférence
Niveau de significativité : * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$ (Test du Chi-deux)

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude a montré que ce nouveau jeu de cartes est apprécié et accepté par une majorité d'enfants. L'activité qui était proposée ne plaisait pas à la majorité puisqu'il s'agissait de calculs mentaux. Et malgré cela, les enfants ont aimé jouer avec le jeu. Cela montre que StimCards stimule et qu'il pourrait être une bonne aide pour la stimulation cognitive des personnes plus âgées.

De plus, nous avons cherché à accompagner ce jeu d'un compagnon. Quatre partenaires potentiels ont été testés : l'ordinateur (le jeu lui-même), le personnage (un personnage virtuel), le robot et l'animal (le robot déguisé en habit de peluche). L'objectif était de définir quel était celui que les enfants préféraient. Les résultats n'ont pas révélé un choix précis. Nous avons noté une différence de préférence entre les deux écoles testées. Par exemple, pour la première question (As-tu trouvé les exercices faciles ?) les exercices n'ont pas semblé plus faciles en fonction des partenaires. Mais en détaillant au niveau des écoles, il apparaît que les exercices ont été jugés plus faciles avec l'animal et moins faciles avec l'ordinateur pour l'école 1. Le contraire est apparu pour l'école 2. Sachant que dans l'école 1 l'animal est passé en premier et l'ordinateur en dernier et que l'ordre était inversé dans l'école 2. L'ordre de passage des partenaires semble avoir guidé les enfants dans leur jugement. Et en finalité, les résultats des deux écoles s'annihilent et aucun partenaire n'a été au dessus des autres de façon significative.

L'étude des questions 1-13 a permis de montrer que la forme du compagnon a peu d'importance. En effet, les quatre partenaires ont été dépersonnalisés, ils ont tous agi de la même façon, employé les mêmes mots, avec la même voix. Seule leur expression non verbale était différente. Et pourtant, aucun n'a remporté l'intérêt massif, comme si les enfants pensaient avoir interagi quatre fois avec le même partenaire (réflexions faites par plusieurs enfants : « c'est toujours la même chose »). Si chaque partenaire avait eu sa propre personnalité et si l'interaction s'était adaptée aux élèves, un compagnon aurait pu, plus facilement, être choisi par une majorité. En effet, les enfants ne semblent pas avoir bien vécu le fait de rester à un niveau difficile alors qu'ils ne réussissaient jamais à répondre à la bonne question. Le niveau aurait dû redescendre pour laisser l'enfant dans une situation confortable. Le fait que les enfants n'arrivent pas à évaluer si leur partenaire les aime bien confirme cette hypothèse et indique que les partenaires ont manqué d'empathie, d'émotion et n'ont pas pris en compte l'être humain. Ces résultats nous confortent dans l'idée qu'une interaction doit être personnelle et personnalisée.

Même si significativement, aucun partenaire n'émerge dans le questionnaire, les enfants semblent quand même avoir une préférence nette pour les robots qu'ils soient habillés ou non (Robot et Animal). En effet, lorsque nous avons demandé aux enfants leur ordre de préférence des partenaires, l'ensemble des robots a totalisé 80,77% de la

première place et 67,31% de la deuxième place. Le robot est arrivé en tête à ces questions tandis que l'Animal a totalisé le score maximal dans le questionnaire. Il n'est pas possible de départager le robot et l'animal mais on en retient que la présence physique d'un partenaire semble être importante. Ainsi, StimCards est apprécié et accepté. Il est difficile de départager les différents compagnons. Cela permet de se demander s'il faut chercher une forme de représentation du compagnon. En fonction des gens, le partenaire préféré est différent. Le compagnon ne peut pas être un objet unique, apprécié de tous, mais un ensemble d'objets avec lesquels l'être humain interagit et qu'il a l'habitude de « côtoyer ».

REMERCIEMENTS

Ce travail est financé par l'agence nationale de la recherche (ANR) à travers le programme TecSan (projet robadom n°ANR-09-TECS-012). Les partenaires de ce projet sont l'hôpital Broca à Paris, le laboratoire ISIR à Paris et l'entreprise Robosoft à Bidart.

RÉFÉRENCES

1. Abreu, P.F., Werneck, V.M.B., Costa, R.M.E. and Carvalho, L.A.V., Employing Multi-agents in 3-D Game for Cognitive Stimulation, In Symposium on Virtual Reality (SVR), 2011 XIII, IEEE, (Brésil 23-26 mai 2011), 73-78
2. Baudouin-Laffont, M., Lessons learned from the WILD room, a multisurface interactive environment, 23ème Conférence Francophone Sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'11, ACM, (Sophia Antipolis, 24-27 octobre 2011) 2011, 18
3. Berenbaum, R., Lange, Y. and Abramowitz, L., Augmentative alternative communication for Alzheimer's patients and families' using SAVION, In Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA'11, ACM, (Grèce 25-27 mai 2011) 2011, 46
4. Brandão, A., Brandão, L., Nascimento, G., Moreira, B., Vasconcelos, C.N., and Clua, E., Jecripe: stimulating cognitive abilities of children with down syndrome in pre-scholar age using a game approach, In Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE'10, ACM, (Taiwan 17-19 novembre 2010), 2010, 15-18
5. Chilukoti, N., Early, K., Sandhu, S., Riley-Doucet, C. and Debnath, D., Assistive technology for promoting physical and mental exercise to delay progression of cognitive degeneration in patients with dementia, Biomedical Circuits and Systems Conference, BIOCAS, IEEE, (Canada 27-30 novembre 2007), 2007, 235-238
6. Francone, J., Nigay, L., Using the Users Point of View for Interaction on Mobile Devices, 23ème Conférence Francophone Sur l'Interaction

- Homme-Machine, IHM'11, ACM, (Sophia Antipolis, 24-27 octobre 2011) 2011
7. Freeman, D., Chevalier, F., Westecott, E., Duffield, K., Hartman, K. and Reilly, D., Tweetris: play with me, In Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, TEI'12, ACM, (Canada 19-22 février 2012), 2012, 319-320
 8. Goth, G., Brave NUI world, in Communications of the ACM, Vol. 54, No 12, décembre 2011, 14-16
 9. Heerink, M., Krose, B., Evers, V., Wielinga, B., The influence of a Robot's Social Abilities on Acceptance by Elderly Users, Robot and Human Interactive Communication, on The 15th IEEE International Symposium, ROMAN 2006. , (2006), 521-52
 10. Hussaan, A.M., Sehaba, K. and Mille, A., Tailoring Serious Games with Adaptive Pedagogical Scenarios: A Serious Game for Persons with Cognitive Disabilities, 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), (Etats-Unis 06-08 juillet 2011), 2011, 486-490
 11. Imbeault, F., Bouchard, B. and Bouzouane, A., Serious Games in Cognitive Training for Alzheimer's Patients, 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), IEEE, 2011
 12. Jain, J., Lund, A. and Wixon, D., The future of natural user interfaces, In proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems, CHI'11, ACM (Canada 7-12 Mai 2011) 2011, 211-214
 13. Jost, C., Le Pévédic, B., Duhaut, D., Creating Interaction Scenarios With a New Graphical User Interface, in 5th International Workshop on Intelligent Interfaces for Human-Computer Interaction, IIHCI 2012, (Palerme, 4-6 Juillet 2012), 2012
 14. Lopez-Martinez, A., Santiago-Ramajo, S., Caracuel, A., Valls-Serrano, C., Hornos, M.J. and Rodriguez-Fortiz, M.J., Game of gifts purchase: Computer-based training of executive functions for the elderly, 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health, IEEE, (Portugal 16-18 novembre 2011), 2011
 15. Makedon, F., Zhang, R., Alexandrakis, G., Owen, C.B., Huang, H. and Saykin, A.J., An interactive user interface system for Alzheimer's intervention, In Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA'10, ACM, (Grèce 23-25 juin 2010), 2010, 35
 16. Morelli, T., Foley, J., Columna, L., Lieberman, L. and Folmer, E., VI-Tennis: a vibrotactile/audio exergame for players who are visually impaired, Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games, FDG'10, ACM, (Etats-Unis 19-21 juin 2010), 2010, 147-154
 17. Scheible, J., Tuulos, V.H. and Ojala, T., Story Mashup: design and evaluation of novel interactive storytelling game for mobile and web users, Proceedings of the 6th international conference on Mobile and ubiquitous multimedia, MUM07, ACM, (Finlande 12-14 décembre 2007), 2007, 139-148
 18. Scoditti, A., Vincent, T., Coutaz, J., Blanch, R., and Mandran, N., TouchOver: Decoupling Positioning from Selection on Touch-based Handheld Devices, 23ème Conférence Francophone Sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'11, ACM, (Sophia Antipolis, 24-27 octobre 2011) 2011, 6
 19. Tapus, A., Tapus, C., and Mataric, M., The role of physical embodiment of a therapist robot for individuals with cognitive impairments, The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2009, IEEE, (Japon 27 septembre-02 octobre 2009), 2009, 103-107
 20. To, L., Thompson, B., Blum, JR., Maehara, G., Hess, RF., Cooperstock, JR., A game platform for treatment of amblyopia. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng 2011; 19: 280-289.
 21. Vanden Abeele, V.A., Van Rompaey, V., Introducing Human-Centered Research to Game Design: Designing Game Concepts for and with Senior Citizens, CHI'06 extended abstracts on Human factors in computing systems, ACM, (2006), 1469-1474.
 22. Vo, D.B., Bailly, G., Lecolinet, E., and Guiard, Y., Un espace de caractérisation de la télécommande dans le contexte de la télévision interactive, 23ème Conférence Francophone Sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'11, ACM, (Sophia Antipolis, 24-27 octobre 2011) 2011, 17
 23. Wei, Z., Li, L., Zhu, J. and Chi, Z., Games for service science education, International Conference on Service Sciences (ICSS), IEEE, (Chine 13-14 mai 2010), 2010, 237-241
 24. Wu, Y.H., Chetouani, M., Cristancho-Lacroix, V., Le Maitre, J., Jost, C., Le Pévédic, B., Duhaut, D., Granata, C., Rigaud, A.S., ROBADMOM : The Impact of A Domestic Robot on Psychological and Cognitive State of the Elderly with Mild Cognitive Impairment, in 5th CRI (Companion Robotics Institute) Workshop AAL User-Centric Companion Robotics Experimentoria, Supporting Socio-ethically Intelligent Assistive Technologies Adoption, 2011
 25. Zafirain, B.G., Zorrilla, A.M., and Larrañaga, S., Psycho-stimulation for elderly people using puzzle game, Games Innovations Conference (ICE-GIC), 2010 International IEEE Consumer Electronics Society's, (Chine 21-23 décembre 2010), 2010, 1-8

